

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

21.10.2004



REC'D 11 NOV 2004
WIPO PCT

EPO/010421

PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 44 323.1

Anmeldetag: 22. September 2003

Anmelder/Inhaber: X3D Technologies GmbH, 07745 Jena/DE
(vormals: 4D-Vision GmbH)

Bezeichnung: Verfahren und Anordnung zur räumlichen
Darstellung

IPC: G 02 B, H 04 N

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 04. Oktober 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Remus

u.Z.: Pat HiresFilter0903

Jena, 22. September 2003

**4D-Vision GmbH
Carl-Pulfrich-Str. 1
07745 Jena**

* * *

Verfahren und Anordnung zur räumlichen Darstellung

* * *

Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf Verfahren und Anordnungen zur hilfsmittelfreien räumlichen Darstellung. Aufgabe der Erfindung ist es, die Struktur der 3D-Optik für das unbewaffnete Auge möglichst unauflösbar zu gestalten und die Qualität der 3D-Darstellung zu verbessern.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zur räumlichen Darstellung, bei dem eine Vielzahl einzelner Bildelemente α_{ij} gleichzeitig sichtbar gemacht wird, wobei die Bildelemente α_{ij}

Teilinformationen aus mehreren Ansichten A_k ($k=1...n$) der Szene/des Gegenstandes wiedergeben, für das von den Bildelementen α_{ij} abgestrahlte Licht vermöge einer Strukturplatte Ausbreitungsrichtungen vorgegeben werden und die Strukturplatte zu diesem Zwecke eine Vielzahl von in Folgen angeordneten optischen Elementen aufweist, wobei erfindungsgemäß der mittlere geometrische Abstand p' jeweils zweier nächstbenachbarter Folgen lichtransmittierender optischer Elemente auf der Strukturplatte die Bedingung $p' \leq p$ erfüllt, wobei gilt: $p=G*\sin(0,017^\circ)$ mit G dem Vierfachen der Diagonalenlänge des Rasters aus Bildelementen α_{ij} . Das Verfahren umsetzende Anordnungen werden gleichfalls beschrieben.

Fig. 1

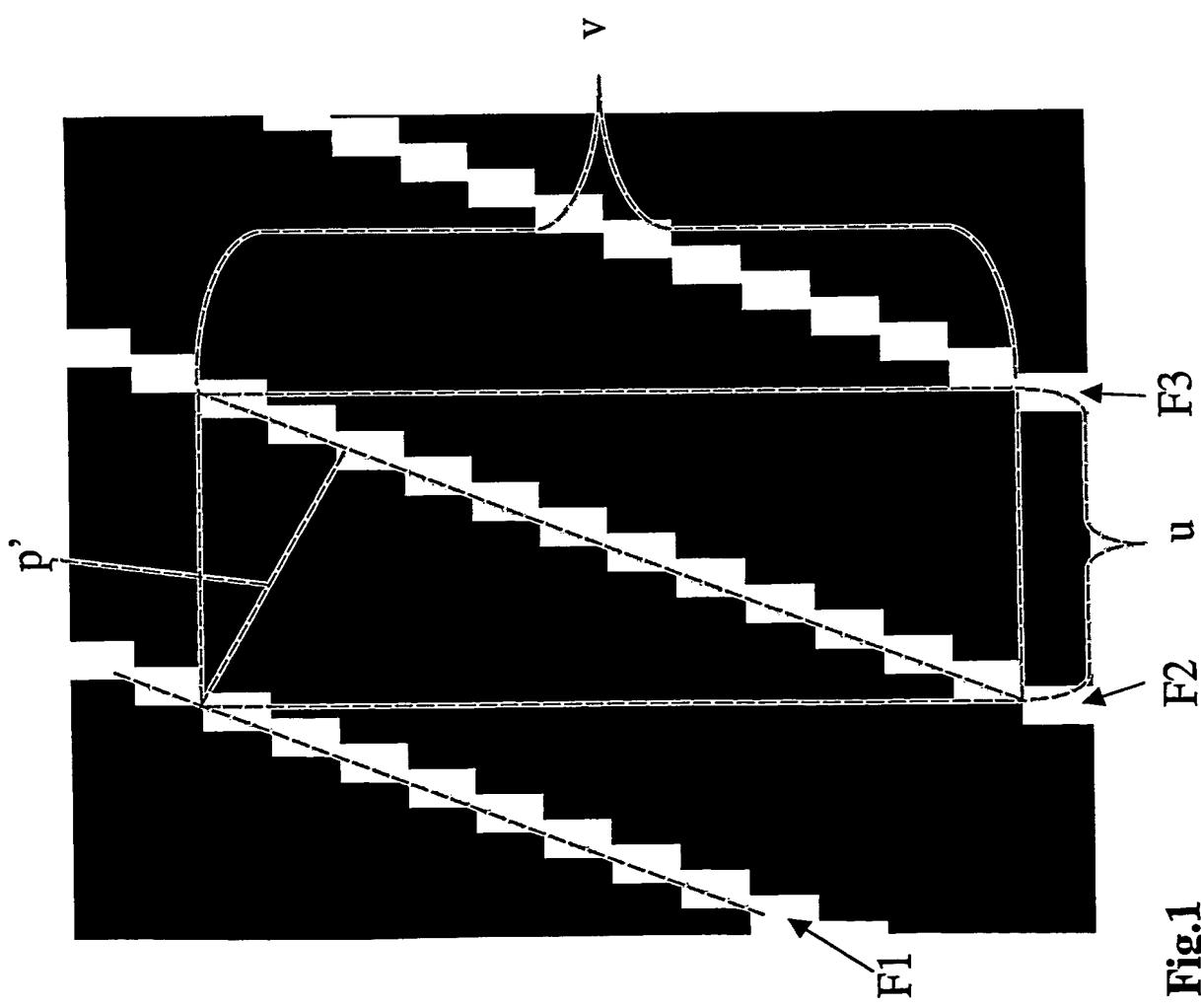


Fig.1

Verfahren und Anordnung zur räumlichen Darstellung

Die Erfindung bezieht sich auf Verfahren und Anordnungen zur räumlichen Darstellung, insbesondere auf solche, die mehreren Betrachtern gleichzeitig ohne Hilfsmittel wie Brillen ein räumlich wahrnehmbares Bild darbieten.

Zu diesem Themenkreis sind dem Fachmann eine Fülle von Ansätzen bekannt. Besondere Verbreitung erlangten Lenticularsysteme, Barrièresysteme und Filterarraysysteme. Verfahren und Anordnungen zur letztgenannten Technologie sind unter anderem in der WO 01/56265 und der WO 03/024122 der Anmelderin beschrieben.

Bei den vorgenannten Anordnungen und Verfahren ist jedoch ein häufig auftretender Nachteil, daß aus einem angenehmen 3D-Betrachtungsabstand die jeweilige 3D-Optik, also z.B. das Filterarray, für das normalsichtige menschliche Auge auflösbar ist und daß somit eine gewisse ungewünschte Bildbeeinflussung stattfindet. Ferner ist die pro Auge wahrnehmbare Auflösung durch die 3D-Optiken herabgesetzt.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, die Struktur der 3D-Optik für das unbewaffnete Auge möglichst unauflösbar zu gestalten und die Qualität der 3D-Darstellung zu verbessern,

Diesbezüglich ist allgemein bekannt, daß zwei benachbarte Punkte für das normalsichtige menschliche Auge etwa unter einem Betrachtungswinkel von weniger als etwa einer Bogenminute (entsprechend rund $0,017^\circ$ in dezimalgeteilten Grad) nicht mehr auflösbar sind.

Diesen Sachverhalt ausnutzend wird die Aufgabe der Erfindung gelöst durch ein Verfahren zur räumlichen Darstellung einer Szene/eines Gegenstandes, bei dem eine Vielzahl einzelner Bildelemente α_{ij} in einem Raster aus Zeilen j und Spalten i gleichzeitig sichtbar gemacht wird, wobei

- die Bildelemente α_{ij} Teilinformationen aus mehreren Ansichten A_k ($k=1\dots n$) der Szene/des Gegenstandes wiedergeben,
- für das von den Bildelementen α_{ij} abgestrahlte Licht vermöge einer Strukturplatte Ausbreitungsrichtungen vorgegeben werden und die Strukturplatte zu diesem Zwecke eine Vielzahl von in Folgen angeordneten optischen Elementen aufweist,
- so daß sich die Ausbreitungsrichtungen innerhalb eines Betrachtungsraumes, in dem sich der/die Betrachter aufhalten, in einer Vielzahl von Schnittpunkten, die jeweils einer Betrachtungsposition entsprechen, kreuzen,

- wodurch von jeder Betrachtungsposition aus ein Betrachter mit einem Auge Teilinformationen einer ersten Auswahl und mit dem anderen Auge Teilinformationen einer zweiten Auswahl aus den Ansichten A_k ($k=1\dots n$) optisch wahrnimmt, wobei erfindungsgemäß der mittlere geometrische Abstand p' jeweils zweier nächstbenachbarer Folgen lichtransmittierender optischer Elemente auf der Strukturplatte die Bedingung $p' \leq p$ erfüllt, wobei gilt: $p = G * \sin(0,017^\circ)$ mit G dem Vierfachen der Diagonalenlänge des Rasters aus Bildelementen α_{ij} .

Die Erfüllung der vorgenannten Ungleichung bewirkt demzufolge, daß ein normalsichtiger Betrachter, der etwa aus einem Betrachtungsabstand von der vierfachen Diagonalenlänge des Rasters aus Bildelementen auf das Raster blickt, zwei benachbarte Folgen lichtransmittierender optischer Elemente nicht mehr visuell auflösen kann. Somit wird eine verbesserte 3D-Darstellung erreicht.

Die genannte Ungleichung kann noch dahingehend verschärft werden, daß der mittlere geometrische Abstand p' jeweils zweier nächstbenachbarer Folgen lichtransmittierender optischer Elemente auf der Strukturplatte sogar die Bedingung $p' \leq p'' \leq p$ erfüllt, wobei gilt: $p'' = H * \sin(0,017^\circ)$ mit H dem Zweieinhalfachen der Diagonalenlänge des Rasters aus Bildelementen α_{ij} . Hierdurch würde der normalsichtige Betrachter die benachbarten Folgen lichtransmittierender optischer Elemente bereits aus einem Betrachtungsabstand vom Zweieinhalfachen der Diagonalenlänge des Rasters aus Bildelementen visuell nicht mehr auflösen.

Vorteilhaft ist eine Strukturplatte mit einer Vielzahl von in Spalten p und/oder Zeilen q angeordneten Zylinderlinsen als lichtransmittierende optische Elemente vorgesehen. Bei weiteren Ausgestaltungen können als optische Elemente Polarisationsfilter, holographisch-optische Elemente oder auch sphärisch/asphärische Linsen vorgesehen sein.

Bevorzugt umfaßt die Strukturplatte jedoch eine Vielzahl von in Spalten p und/oder Zeilen q angeordneten, transparenten Filterelementen als lichtransmittierende optische Elemente. Dabei befinden sich die transparenten Filterelemente auf der Strukturplatte jeweils mindestens zum Teil zwischen im wesentlichen opaken Filterelementen.

Bei dieser Ausgestaltung sind rechteckförmige und für im wesentlichen das gesamte sichtbare Licht transparente Filterelemente bevorzugt treppenartig zueinander angeordnet, wobei sich zwei jeweils in benachbarten Zeilen und/oder Spalten befindliche Transparentfilter vorzugsweise zum Teil überlappen. Eine solche Strukturplatte kann leicht aus einem belichteten fotografischen Film, der die transparenten und opaken Filterelemente verkörpert und der auf eine Glasscheibe laminiert ist, bestehen. Weitere Ausgestaltungen sind denkbar.

Im Übrigen können ebenfalls Filterelemente eingesetzt werden, die jeweils für Licht ausgewählter Wellenlängen oder Wellenbereiche lichtdurchlässig sind.

Die Teilinformationen der ersten und der zweiten Auswahl aus den Ansichten A_k ($k=1\dots n$), welche ein Betrachter mit dem einem und mit dem anderen Auge optisch wahrnimmt, entsprechen jeweils Teilinformationen genau einer oder aber mehrerer Ansichten A_k ($k=1\dots n$), wobei der Betrachter mit jedem Auge bevorzugt jeweils überwiegend –und nicht ausschließlich- Teilinformationen besagter erster und zweiter Auswahlen wahrnimmt. Dieser letztgenannte Sachverhalt ist u.a. näher in der DE 10003326 C2 der Anmelderin beschrieben.

Eine weitere vorteilhafte Gestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, daß der Betrachtungsraum, innerhalb dessen sich der/die Betrachter aufhalten können, während sie einen räumlichen Eindruck erleben, mindestens diejenige Ebene bzw. diejenigen Ebenen einschließt, welche

- in Betrachtungsrichtung vor, und
- parallel zu dem Raster aus Bildelementen α_{ij} und
- im Abstand der 2,5fachen und/oder 4fachen Diagonalenlänge des Rasters zu selbigem befindlich ist bzw. sind.

Bekannte Verfahren zur räumlichen Darstellung, etwa basierend auf Lentikularen oder Filterarrays, ergeben in der Regel einen bevorzugten Betrachtungsabstand für den Betrachter, von welchem aus das jeweils dargestellte 3D-Bild besonders gut wahrnehmbar ist. Diese bevorzugten Abstände können beispielsweise der vorgenannten 2,5fachen oder 4fachen Diagonalenlänge des Rasters entsprechen.

Auf diese Weise wird der zu bevorzugende Betrachtungsabstand untrennbar mit dem jeweils (minimalen) erforderlichen Abstand zur visuellen Nichtauflösung der optischen Elemente der 3D-Optik (hier: der optischen Elemente auf der Strukturplatte) verknüpft.

Vorteilhaft kann weiterhin auf mindestens einem Bildelement α_{ij} eine aus Teilinformationen mindestens zweier unterschiedlicher Ansichten A_k ($k=1\dots n$) der Szene/des Gegenstandes gemischte Teilinformation wiedergegeben werden. Diese Herangehensweise ist in der WO 03/024122 der Anmelderin näher beschrieben und erlaubt die Anpassung der Struktur des auf den Bildelementen α_{ij} darzustellenden Bildes an die jeweiligen geometrischen Gegebenheiten auf der verwendeten Strukturplatte, insbesondere eines Filterarrays.

Die Aufgabe der Erfindung wird ferner gelöst von einer Anordnung zur räumlichen Darstellung einer Szene/eines Gegenstandes, umfassend:

- eine Bildwiedergabeeinrichtung mit einer Vielzahl einzelner Bildelemente α_{ij} in einem Raster aus Zeilen j und Spalten i , wobei auf den Bildelementen α_{ij} Teilinformationen aus mehreren Ansichten A_k ($k=1\dots n$) der Szene/des Gegenstandes wiedergebbar sind,

- mindestens eine in Betrachtungsrichtung vor oder hinter der Bildwiedergabeeinrichtung angeordnete Strukturplatte zur Vorgabe von Ausbreitungsrichtungen für das von den Bildelementen α_{ij} abgestrahlte Licht, wobei die Strukturplatte zu diesem Zwecke eine Vielzahl von in Folgen angeordneten optischen Elementen aufweist,
- wodurch sich die Ausbreitungsrichtungen innerhalb eines Betrachtungsraumes, in dem sich der/die Betrachter aufhalten, in einer Vielzahl von Schnittpunkten, die jeweils einer Betrachtungsposition entsprechen, kreuzen, so daß von jeder Betrachtungsposition aus ein Betrachter mit einem Auge Teilinformationen einer ersten Auswahl und mit dem anderen Auge Teilinformationen einer zweiten Auswahl aus den Ansichten A_k ($k=1\dots n$) optisch wahrnimmt, wobei erfindungsgemäß
- der mittlere geometrische Abstand p' jeweils zweier nächstbenachbarter Folgen lichtransmittierender optischer Elemente auf der Strukturplatte die Bedingung $p' \leq p$ erfüllt, wobei gilt: $p=G*\sin(0,017^\circ)$ mit G dem Vierfachen der Diagonalenlänge des Rasters aus Bildelementen α_{ij} .

Als Bildwiedergabeeinrichtung mit einer Vielzahl einzelner Bildelemente α_{ij} in einem Raster aus Zeilen j und Spalten i kann beispielsweise ein 17"-TFT-LCD vom Typ ViewSonic VX700 oder ein Plasmabildschirm Pioneer PDP 503 MXE vorgesehen sein, wobei die Bildelemente α_{ij} hier bevorzugt den Farbsubpixeln R, G, B entsprechen. Eine elektronische Ansteuerung, die z.B. aus einem handelsüblichen PC bestehen kann, trägt dafür Sorge, daß auf den Bildelementen α_{ij} Teilinformationen aus mehreren Ansichten A_k ($k=1\dots n$) der Szene/des Gegenstandes wiedergebbar sind.

Vorteilhaft ist eine Strukturplatte mit einer Vielzahl von in Spalten p und/oder Zeilen q angeordneten Zylinderlinsen als lichtransmittierende optische Elemente vorgesehen.

Bevorzugt umfaßt die Strukturplatte jedoch eine Vielzahl von in Spalten p und/oder Zeilen q angeordneten, transparenten Filterelementen als lichtransmittierende optische Elemente. Dabei befinden sich die transparenten Filterelemente auf der Strukturplatte jeweils mindestens zum Teil zwischen im wesentlichen opaken Filterelementen.

Bei dieser bevorzugten Ausgestaltung sind rechteckförmige und für im wesentlichen das gesamte sichtbare Licht transparente Filterelemente bevorzugt treppenartig zueinander angeordnet, wobei sich zwei jeweils in benachbarten Zeilen und/oder Spalten befindliche Transparentfilter vorzugsweise zum Teil überlappen. Andere Formen als Rechteckformen sind für die Transparentfilter ebenso möglich. Eine solche Strukturplatte kann leicht aus einem belichteten fotografischen Film, der die transparenten und opaken Filterelemente verkörpert und der auf eine Glasscheibe laminiert ist, bestehen. Weitere Ausgestaltungen sind denkbar.

In einer besonderen Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Anordnung erfüllt der mittlere geometrische Abstand p' zweier nächstbenachbarter Folgen lichtransmittierender optischer Elemente auf der

Strukturplatte die Bedingung $p' \leq p'' \leq p$, wobei gilt: $p'' = H * \sin(0,017^\circ)$ mit H dem Zweieinhalfachen der Diagonalenlänge des Rasters aus Bildelementen α_{ij} . Hierdurch würde der normalsichtige Betrachter die benachbarten Folgen lichtransmittierender optischer Elemente bereits aus einem Betrachtungsabstand vom zweieinhalfachen der Diagonalenlänge des Rasters aus Bildelementen visuell nicht mehr auflösen können.

Die Teilinformationen der ersten und der zweiten Auswahl aus den Ansichten A_k ($k=1\dots n$), welche ein Betrachter mit dem einem und mit dem anderen Auge optisch wahrnimmt, entsprechen jeweils Teilinformationen genau einer oder aber mehrerer Ansichten A_k ($k=1\dots n$), wobei der Betrachter mit jedem Auge bevorzugt jeweils überwiegend –und nicht ausschließlich- Teilinformationen besagter erster und zweiter Auswahlen wahrnimmt.

Eine weitere vorteilhafte Gestaltung der erfindungsgemäßen Anordnung sieht vor, daß der Betrachtungsraum, innerhalb dessen sich der/die Betrachter aufhalten, mindestens diejenige Ebene bzw. diejenigen Ebenen einschließt, welche

- in Betrachtungsrichtung vor, und
- parallel zu dem Raster aus Bildelementen α_{ij} und
- im Abstand der 2,5fachen und/oder 4fachen Diagonalenlänge des Rasters zu selbigem befindlich ist bzw. sind.

Bekannte Anordnungen zur räumlichen Darstellung, etwa basierend auf Lenticularen oder Filterarrays, ergeben in der Regel einen bevorzugten Betrachtungsabstand für den Betrachter, von welchem aus das jeweils dargestellte 3D-Bild besonders gut wahrnehmbar ist. Diese bevorzugten Abstände können beispielsweise der vorgenannten 2,5fachen oder 4fachen Diagonalenlänge des Rasters entsprechen.

Auf diese Weise wird der zu bevorzugende Betrachtungsabstand untrennbar mit dem jeweils (minimalen) erforderlichen Abstand zur visuellen Nichtauflösung der optischen Elemente der 3D-Optik (hier: der optischen Elemente auf der Strukturplatte) verknüpft.

Ferner kann auf mindestens einem Bildelement α_{ij} eine aus Teilinformationen mindestens zweier unterschiedlicher Ansichten A_k ($k=1\dots n$) der Szene/des Gegenstandes gemischte Teilinformation wiedergegeben werden.

Die Erfindung wird im folgenden an Hand von Zeichnungen näher erläutert werden.

Es zeigt

Fig.1 ein Beispielhaftes Filterarray als Komponente einer Strukturplatte in erfindungsgemäßen Anordnungen,

Fig.2 ein weiteres Beispielhaftes Filterarray,

Fig.3 eine im Zusammenhang mit dem Filterarray nach Fig.2 verwendbare Bildkombinationsstruktur,

Fig.4 und Fig.5 beispielhafte für jeweils ein Auge sichtbare Ansichtengemische, sowie

Fig.6 eine Illustration zur Anwendung einer verdichteten Bildkombination im Zusammenhang mit der Erfindung.

In einem Ausgestaltungsbeispiel umfaßt die erfindungsgemäße Anordnung zur räumlichen Darstellung:

- eine Bildwiedergabeeinrichtung mit einer Vielzahl einzelner Bildelemente α_{ij} in einem Raster aus Zeilen j und Spalten i, wobei auf den Bildelementen α_{ij} Teilinformationen aus mehreren Ansichten A_k ($k=1\dots n$) der Szene/des Gegenstandes wiedergebbar sind,
- eine in Betrachtungsrichtung vor der Bildwiedergabeeinrichtung angeordnete Strukturplatte zur Vorgabe von Ausbreitungsrichtungen für das von den Bildelementen α_{ij} abgestrahlte Licht, wobei die Strukturplatte zu diesem Zwecke eine Vielzahl von in Folgen angeordneten optischen Elementen aufweist,
- wodurch sich die Ausbreitungsrichtungen innerhalb eines Betrachtungsraumes, in dem sich der/die Betrachter aufhalten, in einer Vielzahl von Schnittpunkten, die jeweils einer Betrachtungsposition entsprechen, kreuzen, so daß von jeder Betrachtungsposition aus ein Betrachter mit einem Auge Teilinformationen einer ersten Auswahl und mit dem anderen Auge Teilinformationen einer zweiten Auswahl aus den Ansichten A_k ($k=1\dots n$) optisch wahrnimmt.

Die Strukturplatte enthält eine Vielzahl von in Spalten p und/oder Zeilen q angeordneten, transparenten Filterelementen als lichtransmittierende optische Elemente. Dabei befinden sich die transparenten Filterelemente auf der Strukturplatte jeweils mindestens zum Teil zwischen im wesentlichen opaken Filterelementen.

Bei dieser Ausgestaltung sind rechteckförmige und für im wesentlichen das gesamte sichtbare Licht transparente Filterelemente bevorzugt treppenartig zueinander angeordnet, wobei sich zwei jeweils in benachbarten Zeilen befindliche Transparentfilter vorzugsweise zum Teil überlappen. Andere Formen als Rechteckformen sind für die Transparentfilter ebenso möglich. Ein Beispiel zur Anordnung der Filterelemente ist in Fig.1 dargestellt.

Eine solche Strukturplatte kann leicht aus einem belichteten fotografischen Film, der die transparenten und opaken Filterelemente verkörpert und der auf eine Glasscheibe laminiert ist, bestehen. Weitere Ausgestaltungen sind denkbar.

In Fig.1 sind ferner mehrere Folgen (F1, F2, F3) von Transparentfiltern als optische Elemente vorgesehen, wie es schematisch angedeutet ist (Zeichnung nicht maßstäblich). Die Struktur der optischen Elemente ist bevorzugt periodisch ausgebildet.

Der Abstand zweier nächstbenachbarer solcher Folgen läßt sich gemäß Fig.1 leicht wie folgt berechnen:

Sei u die Breite und v die Höhe des kleinsten Strukturabschnittes, der bei steter Wiederholung die gesamte Struktur der optischen Strukturplatte, das heißt hier des Filterarrays, bildet. Es gelte ferner $v=3 \cdot EZ_y \cdot a$ und $u=EZ_x \cdot a$. Mit a ist hier eine variable Basiseinheit gemeint, während der Faktor 3 eingeführt ist, um die RGB-Farbsubpixelstruktur im Zusammenspiel mit den Abmessungen der Filterelemente zu berücksichtigen.

Dann gilt Gleichung (1):

$$p' = 3 \cdot EZ_x \cdot EZ_y \cdot \frac{a}{\sqrt{EZ_x^2 + 3^2 \cdot EZ_y^2}}$$

Für den Sonderfall, daß die transparenten und opaken Filter nicht streng periodisch angeordnet sind, sondern beispielsweise variierende Abstände zwischen den Folgen transparenter Filterelemente aufweisen, so ist der mittlere Abstand, d.h. das arithmetische Mittel aller verschiedenen vorkommenden Abstände p' , maßgeblich.

Als Abstand benachbarter Folgen von transparenten Filterelementen kann im übrigen insbesondere der geometrische Abstand der Hauptausbreitungsrichtungen zweier benachbarter Folgen ausgerechnet werden. In Fig.1 bzw. auch Fig.2 sind solche Hauptausbreitungsrichtungen für die Folgen eingezeichnet.

Im folgenden wird die Umsetzung des in Rede stehenden Ausgestaltungsbeispiels näher erläutert.

Als Bildwiedergabeeinrichtung mit einer Vielzahl einzelner Bildelemente α_{ij} in einem Raster aus Zeilen j und Spalten i ist für dieses Beispiel ein 17"-TFT-LCD vom Typ ViewSonic VX700 vorgesehen, wobei die Bildelemente α_{ij} hier den Farbsubpixeln R, G, B entsprechen. Eine elektronische Ansteuerung, die z.B. aus einem handelsüblichen PC bestehen kann, trägt dafür Sorge, daß auf den Bildelementen α_{ij} Teilinformationen aus mehreren Ansichten A_k ($k=1\dots n$) der Szene/des Gegenstandes wiedergegeben werden. Als Bildkombinationsstruktur für die Darstellung der Teilinformationen aus mehreren Ansichten A_k ($k=1\dots n$) auf den Bildelementen α_{ij} kann beispielweise die in Fig.3 gezeigte gewählt werden. Dabei entsprechen die Zahlen in den Kästchen den Nummern k der Ansichten A_k , aus der die Bildinformation herröhrt, die an der jeweiligen Stelle des Rasters aus Bildelementen α_{ij} wiedergegeben wird. Die oberste Zeile „RGBRGB..“ deutet an, daß es sich bei den Bildelementen α_{ij} um die Farbsubpixel R,G,B der Bildwiedergabeeinrichtung handelt.

Bei dem genannten 17"-LCD beträgt der Vollfarbpixelabstand 0,264 mm. Damit ist jedes RGB-Subpixel 0,264 mm hoch und 0,088 mm breit. Ein beispielhaftes Filterarray für das in Rede stehende Ausgestaltungsbeispiel ist nun in Fig.2 gezeigt (nicht maßstäblich). Dabei wäre beispielsweise $v=3*EZ_y*a$ und $u=EZ_x*a$ mit $EZ_y=8$, $EZ_x=4$ sowie $a=0,088 \text{ mm} * f=0,087881022 \text{ mm}$, mit $f=65/65,088=0,998647$ (Korrekturfaktor für Transparentfilterabmaße).

Aus der o.g. Gleichung (1) ergibt sich somit bei den genannten Parametern für das in Fig.2 dargestellte Filter ein Wert von $p'=3,946*a=0,3467 \text{ mm}$.

Für G als das 4fache der Diagonalenlänge des Rasters, d.h. in diesem Falle des 17"-LCD, ergibt sich $G=1727 \text{ mm}$. Ferner ist die weiter vorn eingeführte Variable $p=G*\sin(0,017^\circ)=0,5125 \text{ mm}$.

Somit gilt in diesem Beispiel das erfindungsgemäße Kriterium, daß der mittlere geometrische Abstand p' jeweils zweier nächstbenachbarter Folgen lichtransmittierender optischer Elemente auf der Strukturplatte die Bedingung $p' \leq p$ erfüllt, wobei weiterhin gilt: $p=G*\sin(0,017^\circ)$ mit G dem Vierfachen der Diagonalenlänge des Rasters aus Bildelementen α_{ij} .

Für den Fall, daß der Wert für a noch etwas kleiner gewählt würde, z.B. $a=0,08 \text{ mm}$, wäre $p'=0,316 \text{ mm}$. In dieser besonderen Ausgestaltung erfüllt der mittlere geometrische Abstand p' zweier nächstbenachbarter Folgen lichtransmittierender optischer Elemente auf der Strukturplatte (sogar) die Bedingung $p' \leq p'' \leq p$, wobei gilt: $p''=H*\sin(0,017^\circ)$ mit H dem Zweieinhalfachen der Diagonalenlänge des Rasters aus Bildelementen α_{ij} . Hierdurch würde der normalsichtige Betrachter die benachbarten Folgen lichtransmittierender optischer Elemente bereits aus einem Betrachtungsabstand vom Zweieinhalfachen der Diagonalenlänge des Rasters aus Bildelementen visuell nicht mehr auflösen können.

In dem Ausgestaltungsbeispiel entsprechen die Teilinformationen der ersten und der zweiten Auswahl aus den Ansichten A_k ($k=1\dots n$), welche ein Betrachter mit dem einem und mit dem anderen Auge optisch wahrnimmt, jeweils Teilinformationen genau einer oder aber mehrerer Ansichten A_k ($k=1\dots n$), wobei der Betrachter mit jedem Auge jeweils überwiegend –und nicht ausschließlich– Teilinformationen besagter erster und zweiter Auswahlen wahrnimmt. Dieser letztgenannte Sachverhalt ist u.a. näher in der DE 10003326 C2 der Anmelderin beschrieben und in den Fig.4 und Fig.5 dargelegt.

Da beide Augen überwiegend jeweils Teilinformationen unterschiedlicher Ansichten sehen, wird ein angenehmer 3D-Eindruck erzielt.

Der Abstand d vom Filterarray bzw. der Strukturplatte beträgt vorzugsweise wenige Millimeter, beispielweise $d=1,6 \text{ Millimeter}$.

Eine weitere vorteilhafte Gestaltung der erfindungsgemäßen Anordnung sieht vor, daß der Betrachtungsraum, innerhalb dessen sich der/die Betrachter aufhalten, mindestens diejenige Ebene bzw. diejenigen Ebenen einschließt, welche

- in Betrachtungsrichtung vor, und
- parallel zu dem Raster aus Bildelementen α_{ij} und
- im Abstand der 2,5fachen und/oder 4fachen Diagonalenlänge des Rasters zu selbigem befindlich ist bzw. sind.

Bekannte Anordnungen zur räumlichen Darstellung, etwa basierend auf Lentikularen oder Filterarrays, ergeben in der Regel einen bevorzugten Betrachtungsabstand für den Betrachter, von welchem aus das jeweils dargestellte 3D-Bild besonders gut wahrnehmbar ist.

Der bevorzugte Betrachtungsabstand w wird bei Anordnungen mit Filterarrays und dem oben genannten 17"-LCD beispielhaft nach der Gleichung $w=65\text{mm} * d / 0,088 \text{ mm}$ ermittelt, wobei d dem Abstand zwischen dem Filterarray und der Bildgeberoberfläche des LC-Displays entspricht. Bei $d=1,6 \text{ mm}$ ergibt sich $w=1181 \text{ mm}$. Der tatsächliche Betrachtungsraum spannt sich in Betrachtungsrichtung vor und hinter diesem Abstand auf, so daß im wesentlichen die zum Raster aus Bildelementen α_{ij} parallelen Ebenen in einem Abstand vom 2,5fachen oder 4fachen Diagonalenlänge des Rasters im Betrachtungsraum eingeschlossen sind. In besonderen Anwendungsfällen kann der zu bevorzugende Betrachtungsabstand w auch etwa dem Wert der 2,5fachen oder 4fachen Diagonalenlänge des Rasters entsprechen.

Auf diese Weise wird der zu bevorzugende Betrachtungsabstand untrennbar mit dem jeweils (minimalen) erforderlichen Abstand zur visuellen Nichtauflösung der optischen Elemente der 3D-Optik (hier: der optischen Elemente auf der Strukturplatte) verknüpft.

Die Fig.6 zeigt eine Illustration zur Anwendung einer verdichten Bildkombination im Zusammenhang mit der Erfindung. Bei einem solchen Verdichtungs- oder auch Dehnungsansatz wird ausgenutzt, daß auf mindestens einem Bildelement α_{ij} eine aus Teilinformationen mindestens zweier unterschiedlicher Ansichten A_k ($k=1\dots n$) der Szene/des Gegenstandes gemischte Teilinformation wiedergegeben werden kann. Zur Wirkungsweise eines solchen Ansatzes sei wiederholt auf die WO 03/024122 der Anmelderin verwiesen.

Links in der Fig.6 ist ein Bildkombinationsmuster für $n=5$ Ansichten zu sehen. Das in Fig.2 betrachtete Filter benötigt jedoch vorzugsweise eine Bildkombination, die eine horizontale Periode von 4 Bildelementen und eine vertikale Periode von 8 Bildelementen α_{ij} aufweist, während die dargestellte 5-Ansichten-Struktur eine Periode von 5 bzw. 10 Bildelementen hat. Soll die 5-Ansichten-Kombination verwendet werden, so muß diese auf die Breite von 4 und Höhe von 8 Ansichten „gestaucht“ werden. Dies geschieht vermöge der Bildverdichtung, bei der Bildelementen Teilinformationen von mitunter gleichzeitig mehreren Ansichten als Mischung zugeordnet werden. Bezugnehmend auf die Lehre aus

der WO 03/024122 würde man hier mit Dichtefaktoren in der horizontalen und der vertikalen Richtung von $d_{fx}=d_{fy}=5/4=1,25$ rechnen. Mit anderen Worten: Ein reales Bildelement α_{ij} auf dem 17"-LC-Display stellt in der Regel ein aus der Teilinformation von 1,25 Teilinformationen gemischtes Bild dar. Dies ist in Fig.6 schematisch angedeutet: Die rechts dargestellte Ausschnittvergrößerung zeigt mehrere Bildelemente der Bildkombinationsstruktur. Ein „reales“ Bildelement P würde demnach gemäß der Bildkombinationsstruktur Teilinformationen gleichzeitig der Ansichten 1 und 2 als Mischung repräsentieren.

Somit wird bei der genannten Verdichtung der Bildkombination wieder die für das Filterarray gewünschte Periode der Bildkombination auf dem LCD bzw. der Bildwiedergabeeinrichtung erzielt.

Das vorstehende Beispiel dient lediglich der Erläuterung. In der Praxis werden andere Dichtefaktoren, beispielsweise etwa zwischen 1,1 und 1,4 liegend, größere Bedeutung haben.

Allgemein ist festzustellen, daß der vorgenannte Verdichtungs- oder auch Dehnungsansatz vorteilhaft dazu zu verwenden ist, das auf der Bildwiedergabeeinrichtung (LCD) darzustellende Kombinationsbild an die die erfundungsgemäßen Forderungen füllende Strukturplatten, insbesondere Filterarrays, anzupassen. Hierzu wird einfach eine vorgegebene Bildkombinationsstruktur in ihrer Periode soweit angepaßt, d.h. gestaucht oder gedehnt, bis sie zur Darstellung mit der jeweiligen 3D-Optik (z.B. Filterarray) geeignet ist.

Bei Ausgestaltungen der Erfindungen mit Filterarray können auch Folgen von transparenten Filterelementen vorgesehen sein, die jeweils unterschiedliche Umrisse und/oder Neigungen aufweisen.

Ferner können erfundungsgemäße Anordnungen auch Mittel zu einer vollflächigen oder teilflächigen Umschaltung zwischen einem 2D- und einem 3D-Modus aufweisen. Beispiele zu solchen Mitteln hierzu sind in der bereits genannten WO 01/56265 beschrieben.

Die Erfindung bietet zum einen den Vorteil, daß die Struktur der 3D-Optik für das (normalsichtige) unbewaffnete Auge weitestgehend unauflösbar gestaltet und die Qualität der 3D-Darstellung verbessert wird. Zum anderen wird gleichzeitig die jeweils monokular sichtbare Auflösung des 3D-Bildes erhöht.

Patentansprüche

1. Verfahren zur räumlichen Darstellung einer Szene/eines Gegenstandes, bei dem eine Vielzahl einzelner Bildelemente α_{ij} in einem Raster aus Zeilen j und Spalten i gleichzeitig sichtbar gemacht wird, wobei

- die Bildelemente α_{ij} Teilinformationen aus mehreren Ansichten A_k ($k=1\dots n$) der Szene/des Gegenstandes wiedergeben,
- für das von den Bildelementen α_{ij} abgestrahlte Licht vermöge einer Strukturplatte Ausbreitungsrichtungen vorgegeben werden und die Strukturplatte zu diesem Zwecke eine Vielzahl von in Folgen angeordneten optischen Elementen aufweist,
- so daß sich die Ausbreitungsrichtungen innerhalb eines Betrachtungsraumes, in dem sich der/die Betrachter aufhalten, in einer Vielzahl von Schnittpunkten, die jeweils einer Betrachtungsposition entsprechen, kreuzen,
- wodurch von jeder Betrachtungsposition aus ein Betrachter mit einem Auge Teilinformationen einer ersten Auswahl und mit dem anderen Auge Teilinformationen einer zweiten Auswahl aus den Ansichten A_k ($k=1\dots n$) optisch wahrnimmt, wobei erfindungsgemäß der mittlere geometrische Abstand p' jeweils zweier nächstbenachbarer Folgen lichtransmittierender optischer Elemente auf der Strukturplatte die Bedingung $p' \leq p$ erfüllt, wobei gilt: $p=G*\sin(0,017^\circ)$ mit G dem Vierfachen der Diagonalenlänge des Rasters aus Bildelementen α_{ij} .

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der mittlere geometrische Abstand p' jeweils zweier nächstbenachbarer Folgen lichtransmittierender optischer Elemente auf der Strukturplatte die Bedingung $p' \leq p'' \leq p$ erfüllt, wobei gilt: $p''=H*\sin(0,017^\circ)$ mit H dem Zweieinhalfachen der Diagonalenlänge des Rasters aus Bildelementen α_{ij} .

3. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Strukturplatte mit einer Vielzahl von in Spalten p und/oder Zeilen q angeordneten Zylinderlinsen als lichtransmittierende optische Elemente vorgesehen ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Strukturplatte mit einer Vielzahl von in Spalten p und/oder Zeilen q angeordneten, transparenten Filterelementen als lichtransmittierende optische Elemente vorgesehen ist, wobei sich die transparenten Filterelemente auf der Strukturplatte jeweils mindestens zum Teil zwischen im wesentlichen opaken Filterelementen befinden.

5. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilinformationen der ersten und der zweiten Auswahl aus den Ansichten A_k ($k=1\dots n$), welche ein Betrachter mit dem einem und mit dem anderen Auge optisch wahrnimmt, jeweils Teilinformationen genau einer oder aber mehrerer Ansichten A_k ($k=1\dots n$) entsprechen, wobei der Betrachter mit jedem Auge bevorzugt jeweils überwiegend –und nicht ausschließlich- Teilinformationen besagter erster und zweiter Auswahlen wahrnimmt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Betrachtungsraum, innerhalb dessen sich der/die Betrachter aufhalten, mindestens diejenige Ebene bzw. diejenigen Ebenen einschließt, welche

- in Betrachtungsrichtung vor, und
- parallel zu dem Raster aus Bildelementen α_{ij} und
- im Abstand der 2,5fachen und/oder 4fachen Diagonalenlänge des Rasters zu selbigem befindlich ist bzw. sind.

7. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Bildelement α_{ij} eine aus Teilinformationen mindestens zweier unterschiedlicher Ansichten A_k ($k=1\dots n$) der Szene/des Gegenstandes gemischte Teilinformation wiedergibt.

8. Anordnung zur räumlichen Darstellung einer Szene/eines Gegenstandes, umfassend:

- eine Bildwiedergabeeinrichtung mit einer Vielzahl einzelner Bildelemente α_{ij} in einem Raster aus Zeilen j und Spalten i , wobei auf den Bildelementen α_{ij} Teilinformationen aus mehreren Ansichten A_k ($k=1\dots n$) der Szene/des Gegenstandes wiedergebbar sind,
- mindestens eine in Betrachtungsrichtung vor oder hinter der Bildwiedergabeeinrichtung angeordnete Strukturplatte zur Vorgabe von Ausbreitungsrichtungen für das von den Bildelementen α_{ij} abgestrahlte Licht, wobei die Strukturplatte zu diesem Zwecke eine Vielzahl von in Folgen angeordneten optischen Elementen aufweist,
- wodurch sich die Ausbreitungsrichtungen innerhalb eines Betrachtungsraumes, in dem sich der/die Betrachter aufhalten, in einer Vielzahl von Schnittpunkten, die jeweils einer Betrachtungsposition entsprechen, kreuzen, so daß von jeder Betrachtungsposition aus ein Betrachter mit einem Auge Teilinformationen einer ersten Auswahl und mit dem anderen Auge Teilinformationen einer zweiten Auswahl aus den Ansichten A_k ($k=1\dots n$) optisch wahrnimmt, wobei erfundungsgemäß
- der mittlere geometrische Abstand p' jeweils zweier nächstbenachbarer Folgen lichtransmittierender optischer Elemente auf der Strukturplatte die Bedingung $p' \leq p$ erfüllt, wobei gilt: $p = G * \sin(0,017^\circ)$ mit G dem Vierfachen der Diagonalenlänge des Rasters aus Bildelementen α_{ij} .

9. Anordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der mittlere geometrische Abstand p' zweier nächstbenachbarter Folgen lichtransmittierender optischer Elemente auf der Strukturplatte die Bedingung $p' \leq p'' \leq p$ erfüllt, wobei gilt: $p''=H*\sin(0,017^\circ)$ mit H dem Zweieinhalfachen der Diagonalenlänge des Rasters aus Bildelementen α_{ij} .

10. Anordnung nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine Strukturplatte mit einer Vielzahl von in Spalten p und/oder Zeilen q angeordneten Zylinderlinsen als lichtransmittierende optische Elemente vorgesehen ist.

11. Anordnung nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine Strukturplatte mit einer Vielzahl von in Spalten p und/oder Zeilen q angeordneten, transparenten Filterelementen als lichtransmittierende optische Elemente vorgesehen ist, wobei sich die transparenten Filterelemente auf der Strukturplatte jeweils mindestens zum Teil zwischen im wesentlichen opaken Filterelementen befinden.

12. Anordnung nach einem der Ansprüche 8-11, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilinformationen der ersten und der zweiten Auswahl aus den Ansichten A_k ($k=1...n$), welche ein Betrachter mit dem einen und mit dem anderen Auge optisch wahrnimmt, jeweils Teilinformationen genau einer oder aber mehrerer Ansichten A_k ($k=1...n$) entsprechen, wobei der Betrachter mit jedem Auge bevorzugt jeweils überwiegend –und nicht ausschließlich- Teilinformationen besagter erster und zweiter Auswahlen wahrnimmt.

13. Anordnung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Betrachtungsraum, innerhalb dessen sich der/die Betrachter aufhalten, mindestens diejenige Ebene bzw. diejenigen Ebenen einschließt, welche

- in Betrachtungsrichtung vor, und
- parallel zu dem Raster aus Bildelementen α_{ij} und
- im Abstand der 2,5fachen und/oder 4fachen Diagonalenlänge des Rasters zu selbigem befindlich ist bzw. sind.

14. Anordnung nach einem der Ansprüche 8-13, dadurch gekennzeichnet, daß auf mindestens einem Bildelement α_{ij} eine aus Teilinformationen mindestens zweier unterschiedlicher Ansichten A_k ($k=1...n$) der Szene/des Gegenstandes gemischte Teilinformation wiedergebbar ist.



Jena, den 22. September 2003

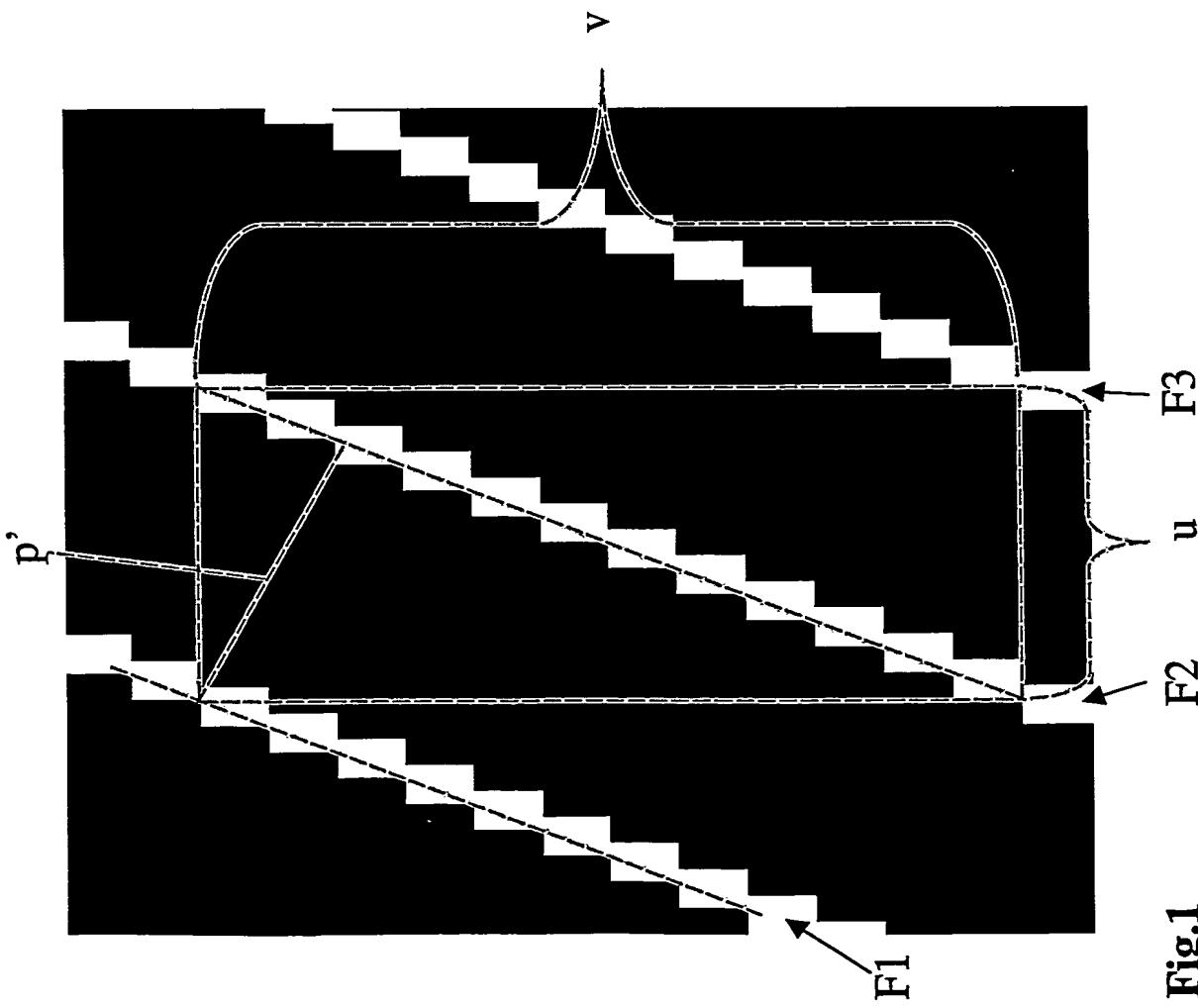


Fig.1

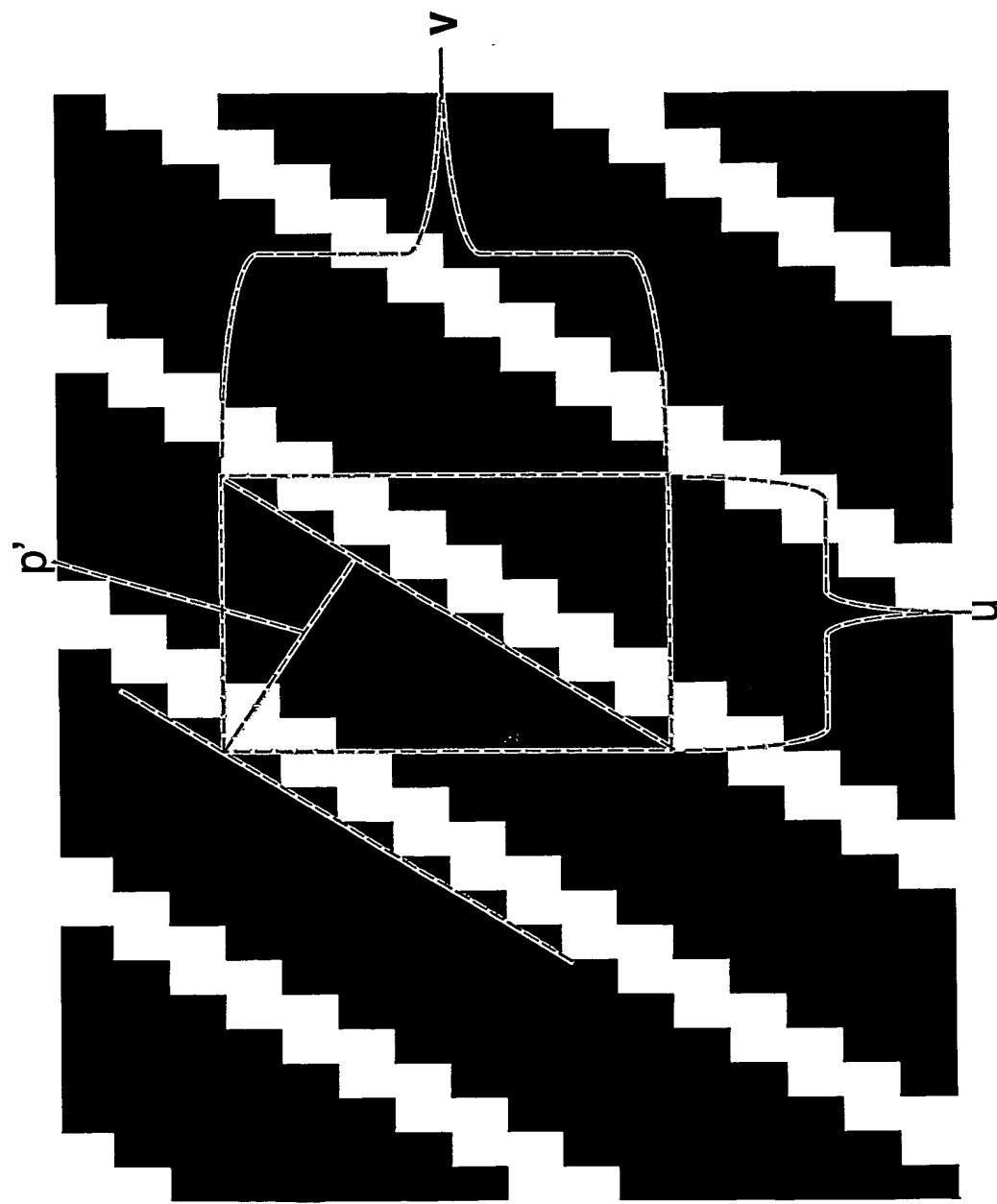


Fig.2

	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G
i→j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
j	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	2	1	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
2	3	2	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1
3	4	3	2	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1
4	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1
5	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
6	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
7	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
8	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
9	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
10	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
11	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1
12	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1
13	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
14	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
15	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
16	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3

Fig.3

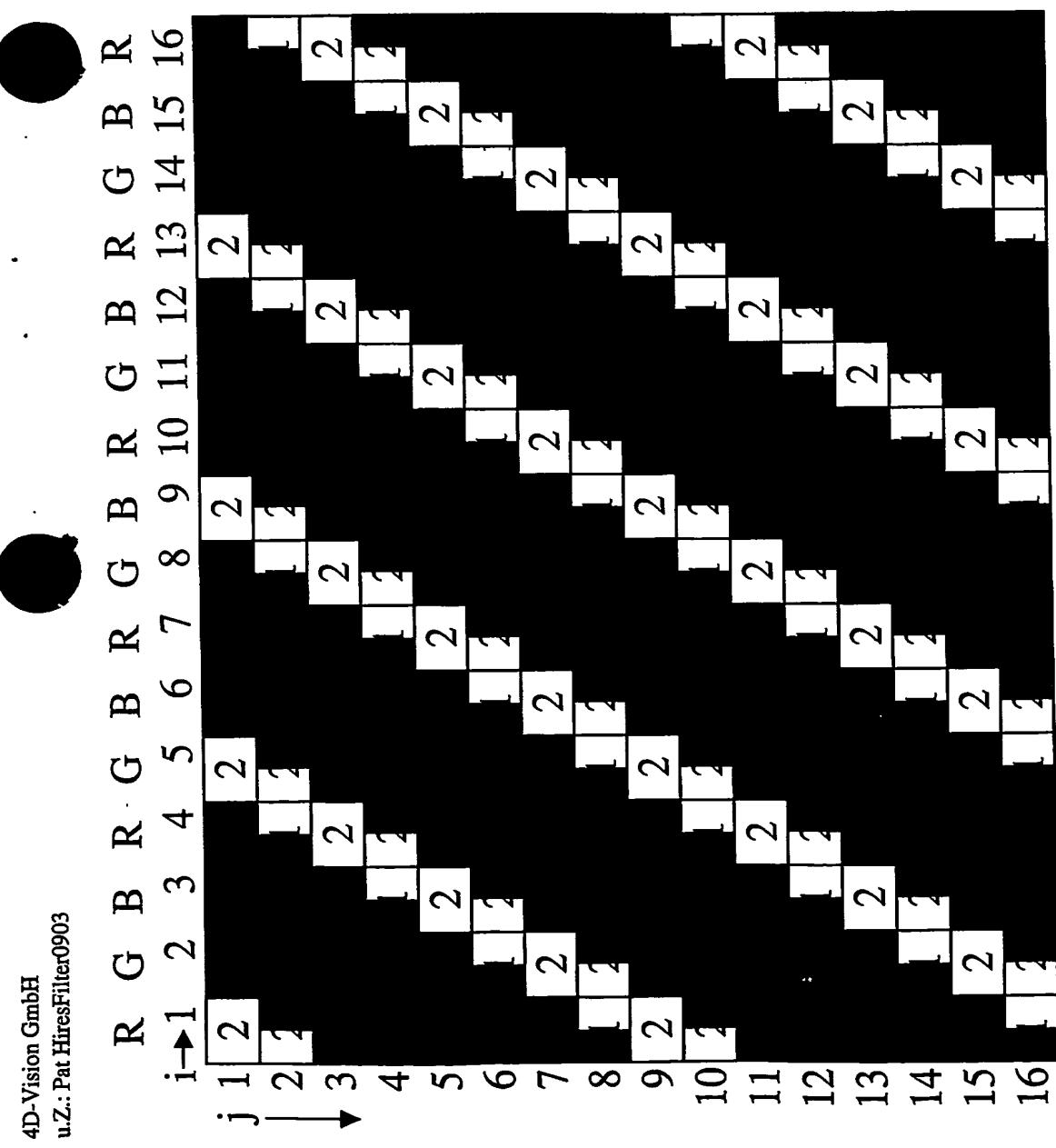


Fig.4

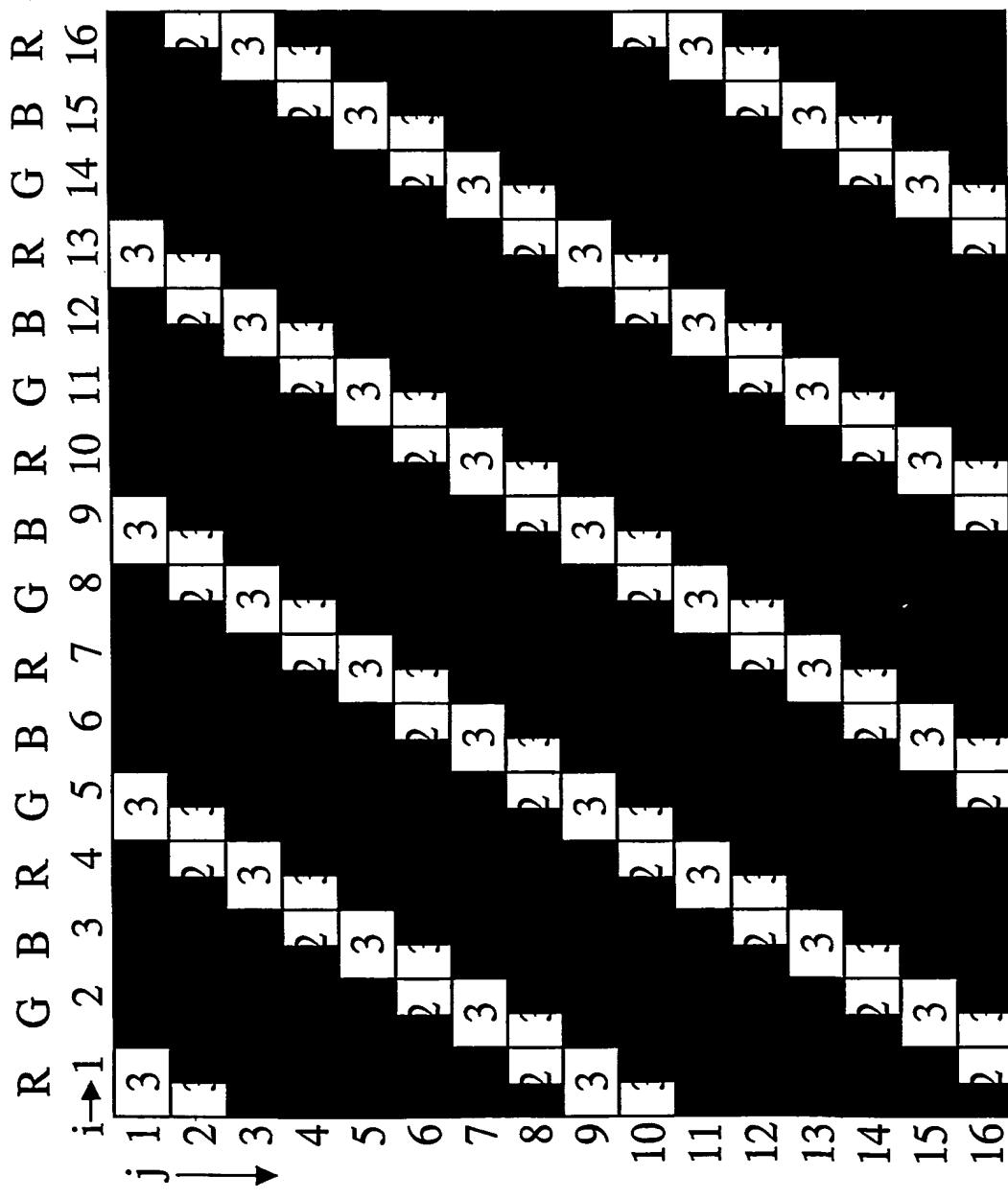


Fig.5

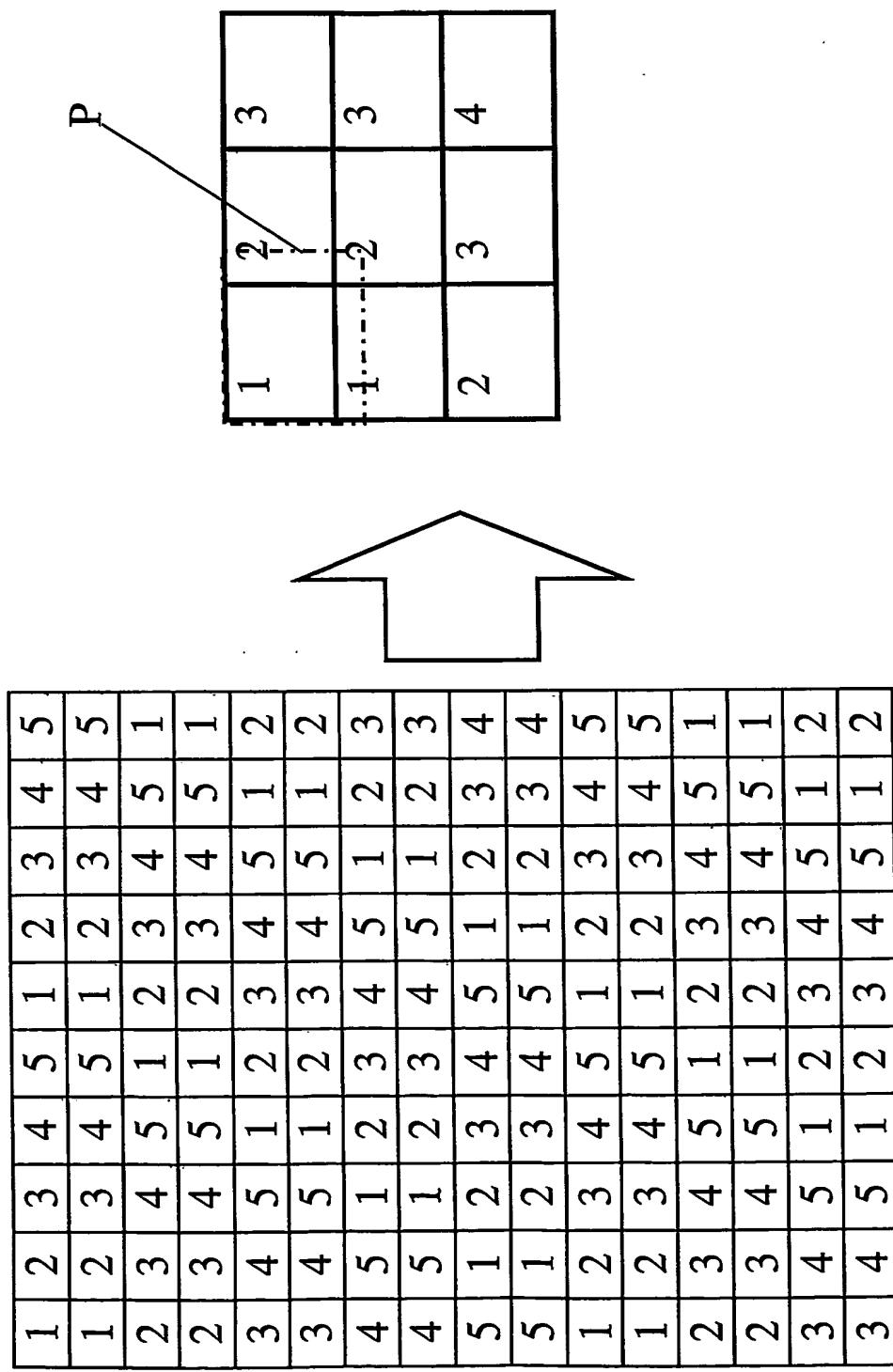


Fig.6